Croissance du rouget de roche *Mullus surmuletus* dans le nord du golfe de Gascogne

par

Konan N'DA (1), Christian DÉNIEL (2) & Kouakou YAO (1)

RÉSUMÉ. - Des rougets de roche ont été capturés au filet maillant. La croissance a été estimée à partir des otolithes. La périodicité de l'apparition des anneaux d'hiver et d'été indique une forte activité de croissance en juin. La croissance en longueur des mâles et des femelles est la même jusqu'à l'âge de deux ans ; c'est seulement à trois ans que les femelles montrent une croissance plus rapide. Les paramètres de von Bertalanffy sont L_∞ = 42,7 cm, K = 0,28 an^{-1} et t_0 = 0,641 an pour les femelles; L_∞ = 35,9 cm, K = 0,30 an^{-1} et t_0 = 0,740 an pour les mâles. La croissance pondérale des femelles est plus rapide. À âge égal, elles sont deux fois plus lourdes que les mâles. L'âge maximal observé est de 8 ans ; il est inférieur aux 11 ans estimés dans la même zone géographique lors d'une précédente étude.

ABSTRACT. - Growth of striped red mullet *Mullus surmuletus* in the northern area of the Bay of Biscay.

Striped red mullet were captured using gillnet. The growth was estimated from otoliths. The periodicity of the appearance of winter and summer rings indicated a high growth activity in June. Linear growth in males and females remains similar until the age of two years. Females showed higher growth since the third year. Von Bertalanffy parameters were L_∞ = 42.7 cm, K = 0.28 $year^{-1}$ and t_0 = 0.641 year for females and L_∞ = 35.9 cm, K = 0.30 $year^{-1}$ and t_0 = 0.740 year for males. Weight increase in females was higher than in males. At equal age, the females weighed twice the males. The observed maximum age of striped red mullet was 8-years old; it is lower than that previously estimated in the same area (11-years old).

Key words. - Mullidae - *Mullus surmuletus* - Red mullet - ANE - Bay of Biscay - Growth.

La pêche aux rougets de roche (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) est encore très active (Suquet et Person-Le Ruyet, 2000 ; Lloret et Lleonart, 2002). Fage (1909) et Desbrosses (1933, 1935a, 1935b, 1936) ont étudié la biométrie et la biologie générale de cette espèce de Mullidae. Dans le nord du golfe de Gascogne, les études de la croissance et des déplacements par marquage effectuées par Desbrosses, ont plutôt concerné le suivi de cohortes. Les premiers travaux sur la croissance individuelle ont été réalisés à partir des écailles (Bougis, 1952). Cet auteur relève que dans la pratique, l'utilisation des écailles est délicate en raison de la grande fréquence d'écailles en régénération et de leur perte pendant la pêche lors des opérations de démaillage. Même si Bentes (1996), dans ses travaux sur la croissance, a étudié l'espèce par une approche combinée des otolithes et des écailles, le choix de ces dernières paraît donc délicat.

Le présent travail s'inscrit dans un vaste programme de recherche dont le but est de reconstituer le cycle vital de l'espèce dans son milieu naturel. Ainsi, après les investigations portant sur le régime et le comportement alimentaires (N'Da, 1992), la reproduction (N'Da et Déniel, 1993), la croissance des juvéniles (N'Da, 2005), la croissance et l'estimation de l'âge sont abordées ici.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les rougets de roche ont été pêchés au filet maillant dans l'archipel des Glénans, au large de Concarneau (France). L'ensemble des filets utilisés (maillage de 28 et 40 mm), par unité de 50 m, avait une longueur de 800 m. Les pêches ont été faites jusqu'à 30-40 m de profondeur, à l'abri du vent, parfois sur des fonds mixtes de sable et de roche et au pied des terrasses de maërl. Le temps de séjour des filets dans l'eau était de 2 à 3 h. Ces filets, déposés 2 h environ avant le lever du jour, étaient relevés dès qu'apparaissaient les premières lueurs diurnes.

Sur chaque poisson, la longueur totale (L_t) et la longueur à la fourche (L_f) ont été mesurées au millimètre près. Lors de l'exploitation des données, seule la longueur totale a été retenue pour la précision de sa mesure. Toutefois, une régression entre ces deux longueurs a été faite pour déterminer l'isométrie de croissance. Les poissons pleins (P_p) ont été pesés au décigramme près, et une fois vidés (P_v).

Méthode d'étude de la croissance et de l'estimation de l'âge

L'otolithe (la sagitta) a été choisi pour l'étude de la croissance. L'observation s'est faite dans l'eau sous une loupe

(1) Université d'Abobo-Adjamé, UFR des Sciences de la Nature, 14 BP 1821 Abidjan 14, CÔTE D'IVOIRE. [ndakonanci@yahoo.fr]

(2) Université de Bretagne occidentale, Institut universitaire européen de la mer, Technopole Brest-Iroise, Place Nicolas-Copernic, 29280 Plouzané, FRANCE.

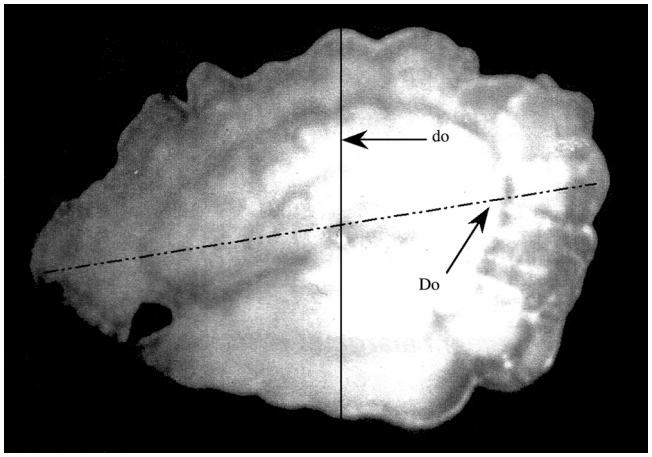

Figure 1. - Otolithe de *Mullus surmuletus* montrant les différentes mesures pour l'étude de sa corrélation avec la longueur totale du poisson. (Ligne brisée : grand diamètre (Do) ; ligne continue : petit diamètre (do). *[Otolith of* Mullus surmuletus *showing the various measures to study the correlation with total fish length. Hatched line: great diameter (Do); line: small diameter (do).]*

binoculaire et en lumière réfléchie. L'otolithe présente, au-delà du nucleus (une zone sombre centrale de largeur variable selon les individus), une alternance d'anneaux clairs et larges (anneaux hyalins) et d'anneaux opaques et fins qui correspondent respectivement aux étés et aux hivers.

L'estimation de l'âge d'un individu a nécessité également de connaître son cycle sexuel et la période de ponte (durée et modalité d'émission des ovocytes), sa date de naissance spécifique, sa date de capture et d'être certain que les zones claires correspondent effectivement aux périodes de croissance active et les zones sombres aux ralentissements de croissance hivernaux.

L'âge a d'abord été estimé en nombre d'hivers (par comptage du nombre d'anneaux sombres), puis a ensuite été établi en mois, en tenant compte de la date de naissance spécifique et de la date de capture de chaque individu.

La croissance relative de la sagitta a été estimée en mesurant le grand diamètre et le petit diamètre de l'otolithe (Fig. 1). Des mesures supplémentaires telles que celles du rayon des dernier et avant-dernier anneaux ont permis d'estimer la périodicité d'apparition des anneaux. Cette dernière a été calculé par l'accroissement marginal relatif (a.m.r.) dont la formule est inspirée de celle de Man-Wai et Quignard (1984) :

$a.m.r. = R - r_n / r_n - r_{n-1}$

où $R - r_n$: accroissement marginal ; R : rayon de l'otolithe ; r_n : rayon du dernier anneau ; r_{n-1} : rayon de l'avant-dernier anneau ; $r_n - r_{n-1}$: accroissement entre l'avant-dernier et le dernier anneau.

Relation d'allométrie et représentations graphiques de la croissance

La relation longueur-poids a été étudiée à l'aide des courbes allométriques de croissance relative, généralement exprimées sous la forme :

$P = a.L^b$

où P : poids des poissons en grammes ; a : ordonnée à l'origine ; L : longueur du poisson (cm) ; b : coefficient d'allométrie. Les paramètres a et b ont été estimés par la méthode des axes majeurs réduits (Teissier, 1936). Pour la croissance en longueur, de nombreux modèles mathématiques sont utilisés : modèles de Gompertz (1825), de von Bertalanffy (1938), courbe logistique, approximations linéaires diverses et courbe exponentielle de Brody (Ricker, 1980). Deux grands types de critiques ont été formulés pour ces modèles : les variables physiologiques ne peuvent être mesurées sans équivoque et l'ajustement est rarement bon de la naissance à l'âge maximal (Durand, 1978). Lorsque les très jeunes individus sont pris en compte, la courbe exponentielle de Brody (Ricker, 1980) et le modèle de Gompertz (Daget, 1980) sont les plus souvent indiqués, alors que l'équation de von Bertalanffy s'adapte bien aux périodes de la vie portant sur la phase exploitée. En dépit de ses insuffisances, nous avons choisi le modèle de von Bertalanffy car la présente étude a porté sur la phase exploitée (individus de taille supérieure ou égale à 15 cm) et son ajustement est satisfaisant pour le besoin des études de production (modèle de production de Beverton et Holt (1957).

L'expression mathématique de ce modèle est :

$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t - t_0)})$

où L_t : longueur totale (en cm) du poisson au temps t (en année) ; L_∞ : longueur asymptotique que le poisson atteindrait s'il continuait à vivre et à croître indéfiniment ; K : constante déterminant le taux de ralentissement de la croissance en longueur quand celle-ci tend vers L_∞ et t_0 : âge hypothétique auquel le poisson aurait eu une taille nulle.

Le calcul de ces différents paramètres a été fait grâce au logiciel LFSA (Sparre, 1987) après introduction des couples âge-longueur observés.

Les équations de croissance pondérale ont été calculées à partir des courbes de croissance en longueur après estimation de la relation longueur-poids.

Le taux de croissance relatif (cr) permettant d'évaluer l'augmentation en longueur ou en poids du poisson pendant une unité de temps a été estimé selon la formule de Winberg (1956). Par rapport au poids, cette formule s'écrit :

$$Cr = \frac{(P_f - P_i)/I}{(P_f + P_i)/2} \times 100$$

où P_f : poids moyen final ; P_i : poids moyen initial ; I : intervalle de temps entre deux observations.

Dans cette étude, c'est le taux de croissance moyen annuel des groupes d'âge successifs qui a été suivi.

RÉSULTATS

Date de naissance du groupe zéro

Chez le rouget, la connaissance précise du cycle sexuel, de la période de ponte et de la stratégie de reproduction (N'Da et Déniel, 1993) ont permis d'estimer la date de naissance moyenne des individus de l'espèce. Dans le nord du golfe de Gascogne, le rouget se reproduit pendant une courte période allant de début mai à fin juin. Le 1er juin a été choisi, pour la moyenne des individus, comme date de naissance.

Relation longueur-poids

La relation longueur-poids, d'abord globalement établie par sexe, a été ensuite affinée en fonction de l'âge. L'équation globale longueur-poids a été établie à partir des caractéristiques de tous les individus échantillonnés, sans distinction d'âge, mais par sexe. Les coefficients de corrélation (0,95 à 0,96) montrent que le poids du poisson plein (P_p) ou vidé (P_v) et la longueur (L_p ; L_v) sont corrélés (Tab. I). Nous avons choisi d'utiliser le poids du poisson plein et la lon-

Tableau I. - Relation taille-poids plein en fonction de l'âge, et de tous les groupes d'âge confondus pour les femelles (**A**) et les mâles (**B**) de *Mullus surmuletus* (a et b : constantes ; r: coefficient de corrélation ; nb : nombre d'individus). *[Weight-length relationships as a function of age and of the combined females (**A**) and males (**B**)* Mullus surmuletus *age groups (a and b: constants; r: correlation coefficient; nb: fish number).]*

A

Age	a	b	r	nb
2	0,0048	3,30	0,90	172
3	0,0014	3,67	0,92	113
4	0,0053	3,27	0,88	21
5+	0,0006	3,56	0,96	26
Ensemble	0,002	3,56	0,96	332

B

Age	a	b	r	nb
2	0,0345	2,67	0,90	59
3	0,0462	2,58	0,84	67
4	0,0084	3,08	0,85	27
5+	0,0144	2,96	0,91	17
Ensemble	0,0091	3,09	0,95	170

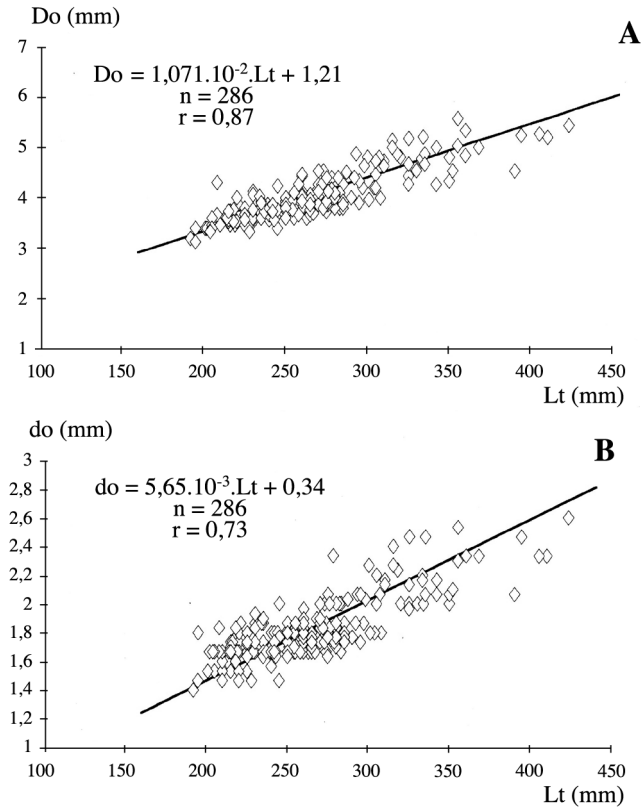

Figure 2. - Relation entre le grand (**A**) et le petit diamètre (**B**) de l'otolithe, et la longueur totale des femelles de *Mullus surmuletus*. (n = nombre d'individus ; r = coefficient de corrélation ; Do = grand diamètre de l'otolithe ; do = petit diamètre de l'otolithe. *[Relationships between the great (**A**) and small diameter (**B**) of the otolith and total length of females* Mullus surmuletus *(n = number of individuals; r = correlation coefficient; Do = great diameter; do = small diameter).]*

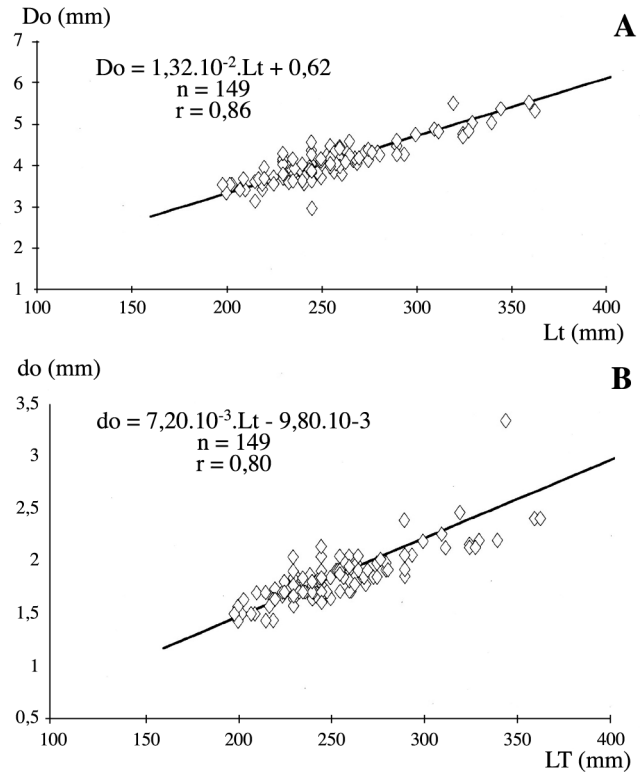

Figure 3. - Relation entre le grand (**A**) et le petit diamètre (**B**) de l'otolithe, et la longueur totale des mâles de *Mullus surmuletus*. (n = nombre d'individus ; r = coefficient de corrélation ; Do = grand diamètre de l'otolithe ; do = petit diamètre de l'otolithe. *[Relationships between the great (**A**) and small diameter (**B**) of the otolith, and total length of males* Mullus surmuletus *(n = number of individuals; r = correlation coefficient; Do = great diameter; do = small diameter).]*

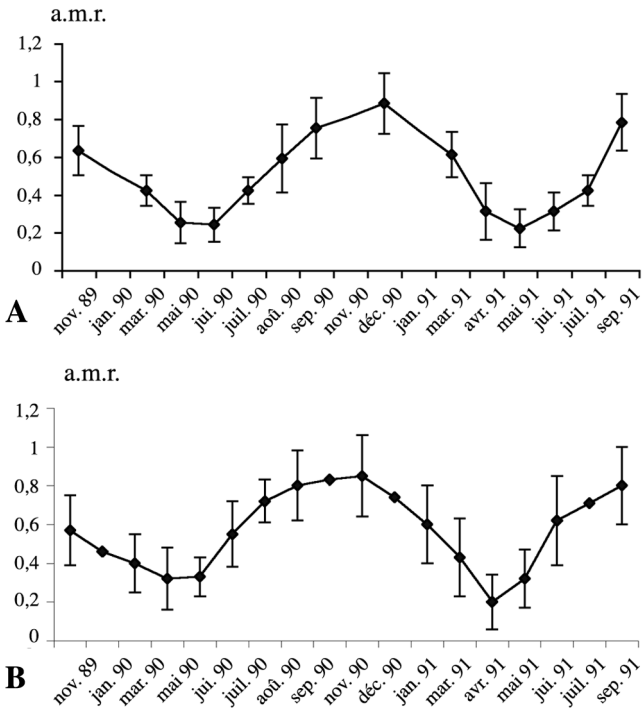

Figure 4. - Allongement marginal relatif (a.m.r.) des otolithes des femelles (**A**) et des mâles (**B**) *Mullus surmuletus* en fonction du temps dans le nord du golfe de Gascogne. *[Relative marginal growth (a.m.r.) of otoliths from females (**A**) and males (**B**) of* Mullus surmuletus *in the North of the Bay of Biscay.]*

gueur totale. Les coefficients d'allométrie chez les femelles (3,56 entre P_p - L_t) et les mâles (3,09 entre P_p - L_t), supérieurs à 3, indiquent une allométrie majorante.

Relation taille de l'otolithe-taille du poisson et détermination de l'âge

La forme du nuage de points obtenue (Figs 1, 2) et le calcul du coefficient de corrélation linéaire montrent une relation linéaire croissante entre le grand ou le petit diamètre de l'otolithe et la longueur du poisson.

Seuls 72 (8,03%) des 942 otolithes examinés étaient inutilisables pour l'estimation de l'âge. Ils appartenaient à des individus de tout âge et ce pourcentage restait sensiblement le même chez les femelles (8,4%) et chez les mâles (7,3%). La lecture des otolithes s'est avérée plus aisée pour les échantillons d'âge inférieur à 5 ans (alternance bien marquée). Celle des otolithes plus âgés restait toutefois possible jusqu'à l'âge de 8 ans.

Allongement marginal relatif et périodicité de formation des anneaux

La périodicité annuelle de l'apparition des anneaux hyalins et sombres sur les otolithes de *M. surmuletus* est vérifiée. Les variations de l'allongement marginal relatif de l'otolithe en fonction du temps, chez les mâles et les femelles, sont pré-

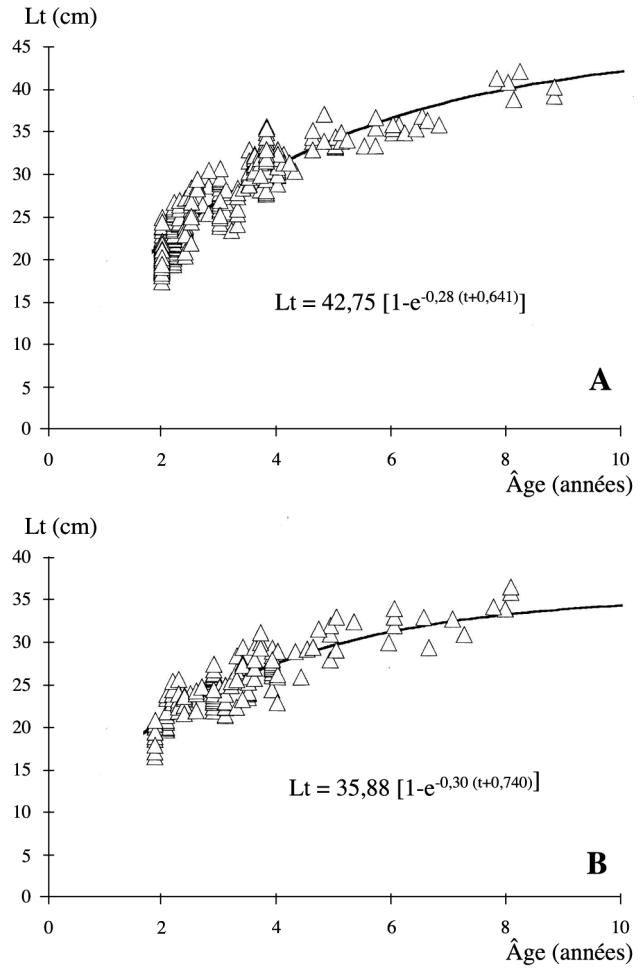

Figure 5. - Courbes de croissance en longueur des femelles (**A**) et des mâles (**B**) de *Mullus surmuletus*. (Lt: longueur totale) *[Growth curves of females (**A**) and males (**B**)* Mullus surmuletus. *(Lt: total length).]*

sentées sur la figure 4. Depuis le début de l'été jusqu'en novembre-décembre, on observe une période active, au cours de laquelle la distance entre le dernier anneau hivernal et le bord de l'otolithe s'accroît. Puis apparaît un rétrécissement progressif de cette distance qui atteint son minimum en avril-juin. Ces analyses confirment l'identification des anneaux hyalins comme marques estivales et justifient leur utilisation, comme marques annuelles, dans l'estimation de l'âge.

Croissance en longueur et taux d'accroissement

Les courbes de croissance en longueur (Fig. 5) ont été ajustées à partir des valeurs observées chez 331 femelles ($18 \geq L_t \geq 43,5$ cm) et 162 mâles ($16,6 \geq L_t \geq 36,3$ cm) de 2 à 8 ans.

Les paramètres L_∞, K, et t_0 estimés ont permis de donner les équations de croissance en longueur suivantes :

$L_t = 42,75\ [1 - e^{-0,28(t + 0,641)}]$ pour les femelles

$L_t = 35,88\ [1 - e^{-0,30(t + 0,740)}]$ pour les mâles

A

Groupe d'âge	2	3	4	5 ans et +
Effectif	186	163	33	14
Taille en cm *(g)*	22,70 *(143,30)*	29,40 *(303,30)*	32,50 *(427,80)*	34,20 *(476,50)*
Écart-type	2,77 *(63,30)*	2,30 *(89,82)*	2,00 *(98,76)*	1,73 *(93,90)*
Cr %	25,70 *(71,70)*	10,1 *(34,00)*	5,10 *(10,70)*	

B

Groupe d'âge	2	3	4	5 ans et +
Effectif	56	75	39	10
Taille en cm *(g)*	22,30 *(120,10)*	25,40 *(186,10)*	28,10 *(258,10)*	30,40 *(354,00)*
Écart-type	2,42 *(37,03)*	2,36 *(54,85)*	1,94 *(63,09)*	2,33 *(101,80)*
Cr %	13,00 *(43,10)*	10,00 *(32,40)*	7,80 *(31,30)*	

Tableau II. - Variation du taux de croissance en longueur et en poids des femelles (**A**) et de mâles (**B**) de *Mullus surmuletus* dans le nord du golfe de Gascogne. Les valeurs entres parenthèses et en italique concernent les mesures et expressions pondérales. *[Changes in the increase rate of length and weight of females (**A**) and males (**B**)* M. surmuletus *in the North of the Bay of Biscay. Weight = values in brackets and in italics.]*

La longueur des mâles et des femelles est identique à l'âge de deux ans : 22 cm. Dès l'âge de trois ans, les femelles sont plus grandes que les mâles qu'elles dépassent de 4 cm en moyenne. Cet écart se maintient jusqu'à l'âge de 5 ans ; au-delà, la différence entre les deux sexes est d'au moins 7 cm. La plus grande femelle rencontrée est de 43,5 cm, le plus grand mâle est de 36,3 cm.

Entre la 2e et la 3e année, le taux d'accroissement en longueur des femelles est très élevé et sensiblement le double de celui des mâles (Tab. IIA). Il décroît ensuite de moitié d'une année à l'autre avec, toutefois, une diminution moins rapide chez les mâles (Tab. IIB). Le petit nombre de mâles et de femelles capturés au-delà de 5 ans n'a pas permis de calculer les taux d'accroissement.

Les équations de croissance pondérale sont les suivantes :

$P_t = 1279{,}86\ [1 - e^{-0{,}28(t + 0{,}641)}]^{3{,}56}$ pour les femelles

$P_t = 580{,}43\ [1 - e^{-0{,}30(t - 0{,}741)}]^{3{,}09}$ pour les mâles

La croissance pondérale et les taux d'accroissement des femelles et des mâles montrent les mêmes tendances que pour la croissance en longueur (Tab. II). À la limite extrême de l'intervalle de taille, les mâles atteignent difficilement 600 g, alors que les femelles pèsent une fois et demie ce poids.

DISCUSSION - CONCLUSION

Le rouget de roche est un poisson qui n'accomplit pas tout son cycle de vie dans le même milieu aquatique. Les jeunes se trouvent de préférence dans les estuaires et près des côtes, et les adultes vivent en bancs au large (Fage, 1909 ; Desbrosses, 1933 ; Bougis, 1952 ; Aguiré, 1997). L'étude de la croissance a concerné les individus de la phase exploitée vivant près des fonds rocheux au large des côtes au nord du golfe de Gascogne. L'âge a été déterminé par otolithométrie. Les relations âge-longueur ont été déterminées sur des populations des côtes portugaises par l'utilisation combinée des écailles et des otolithes (Bentes, 1996). Nous avons écarté l'approche scalimétrique au profit des otolithes parce que les écailles ont tendance à se détacher facilement. La longueur ou le poids des otolithes sont aussi représentatifs de la longueur ou du poids du poisson (Aguiré et Lombarté, 1999 ; Everson *et al.*, 1999 ; Egger *et al.*, 2004).

Les otolithes ont permis d'étudier la croissance en longueur et la croissance pondérale des rougets de roche jusqu'à l'âge de 8 ans. Au-delà, ils sont difficilement interprétables. Les coefficients d'allométrie de la relation longueur-poids des mâles et des femelles sont toujours supérieurs à 3. Ils sont ainsi en accord avec la loi générale qui assimile, chez les poissons, le poids du corps au cube de la longueur. Mendes *et al.* (2004), sur *M. surmuletus* des côtes portugaises, trouvent un coefficient d'allométrie moyen, très proche de 3 (b = 3,1). Ce résultat révèle une isométrie de croissance comme celle qui a été relevée sur les juvéniles de la même espèce dans l'estuaire du Blavet. Les *M. surmuletus* de la phase exploitée des côtes nord du golfe de Gascogne ont, au contraire, une allométrie majorante avec un coefficient moyen de plus de 3,4, avec une différence à l'avantage des femelles entre 2 et 8 ans.

Les plus fortes diminutions des taux d'accroissement chez les poissons sont fréquemment liées à l'apparition de la première maturité sexuelle (Déniel, 1984). Chez le rouget, l'allongement et la prise de poids sont élevés entre les deuxième (année de première reproduction) et troisième

Tableau III. - Indices comparatifs du potentiel de croissance des Mullidae des côtes tunisiennes, de la mer Égée et du nord du golfe de Gascogne. *[Comparative indices of the growth of the Mullidae from Tunisian coasts, Aegean Sea and North of the Bay of Biscay.]*

			Indices	Indice moyen
Côtes tunisiennes (Gharbi et Ktari, 1981)	*M. barbatus*	Mâles	1,88	2,02
		Femelles	2,17	
	M. surmuletus	Mâles	2,03	2,12
		Femelles	2,21	
Nord du golfe de Gascogne (présent travail)	*M. surmuletus*	Mâles	2,25	2,40
		Femelles	2,55	
Mer Égée (Kinacigil *et al.*, 2001)	*M. barbatus*	Mâles + Femelles	-	1,70

années, puis diminuent. L'acquisition de la maturité sexuelle n'a donc pas pour conséquence un ralentissement de croissance en longueur ou en poids. Cela peut s'expliquer par une intensification de l'alimentation en période de reproduction pour faire face aux besoins énergétiques demandés par la maturation sexuelle.

Les longueurs estimées aux différents âges ne sont pas très différentes de celles qui ont été trouvées par d'autres études en zone tempérée (Desbrosses, 1935a, 1935b ; Bougis, 1952). Ces deux auteurs avaient estimé à 2 ans une taille de 22,6 cm et 22 cm pour les femelles et 19,2 et 19 cm pour les mâles. Ces longueurs sont difficilement comparables à celles qui sont rapportées par Bentes (1996), sans distinction des sexes. Nos valeurs sont, en revanche, plus élevées que celles qui ont été calculées en Méditerranée (une mer oligotrophe : Estrada, 1996 ; Stergiou *et al.*, 1997), sur les côtes tunisiennes et égyptiennes (Gharbi et Ktari, 1980 ; Hashem, 1973). L'étude comparée, ramenée aux indices de potentiel de croissance (Tab. III), a révélé qu'en considérant les tailles moyennes par groupe d'âge, et par sexe, deux groupes distincts se dégagent : un groupe correspondant au nord du golfe de Gascogne et au nord de la Méditerranée (Banyuls-sur-Mer), d'une part, et un groupe sud méditerranéen (côtes tunisiennes et égyptiennes), d'autre part. La différence de taille, à l'avantage des individus plus septentrionaux, pourrait être due à l'effet combiné de l'abondance des ressources trophiques et des conditions climatiques telles que température et surtout salinité, dont l'influence sur la croissance est de plus en plus démontrée (Panfili *et al.*, 2004 ; Schofield, 2004). Dans un environnement à salinité élevée (niveau supérieur à 60 psu), la croissance du Clupeidae *Ethmalosa fimbriata* est affectée et sa taille est réduite à la maturité (Panfili *et al.*, 2004). Pour deux espèces de gobies (*Gobiosoma robustrum* et *Microgobius gulosus*) élevées à deux niveaux de salinité (5‰ et 35‰), la croissance est plus grande dans le milieu à faible salinité (Schofield, 2004).

L'indice de potentiel de croissance (Ω) :

$\Omega = \log_{10}.(K.W_\infty)$ (avec $W_\infty = a.L^b_\infty$) a été défini en corrélant K, qui indique la façon dont la vitesse de croissance diminue quand l'âge augmente (Daget et le Guen, 1975) et la longueur L_∞ (Pauly, 1980). Cet indice est supposé être quasiment constant pour des espèces proches à la fois d'un point de vue taxinomique et écologique. À la différence de *M. barbatus* de la mer Égée (Kinacigil *et al.*, 2001), les valeurs de cet indice moyen pour les deux espèces du genre *Mullus* des côtes tunisiennes (Gharbi et Ktari, 1981) et du nord du golfe de Gascogne sont peu éloignées (Tab. III). Le potentiel de croissance à l'avantage des femelles se vérifie également en Méditerranée. De plus, en Méditerranée, les rougets de roche des côtes françaises sont plus grands que ceux des côtes grecques (Mamuris *et al.*, 1999). Il semble donc que la croissance des *M. surmuletus* est de plus en plus lente du nord du golfe de Gascogne au sud de la méditerranée.

Remerciements. - Ce travail a été réalisé grâce au soutien financier de l'ANVAR (Agence nationale de valorisation de la recherche) Bretagne et de la ville de Brest. Les pêches ont été réalisées à bord du Garvel, bateau du laboratoire maritime du Collège de France de Concarneau. Les auteurs remercient l'équipe du laboratoire pour son accueil et sa participation.

RÉFÉRENCES

AGUIRÉ H., 1997. - Presence of dentition in the premaxilla of juvenile *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *J. Fish Biol.*, 51: 1186-1191.

AGUIRÉ H. & A. LOMBARTE, 1999. - Ecomorphological comparisons of sagittae in *Mullus barbatus* and *M. surmuletus*. *J. Fish Biol.*, 55: 105-114.

BENTES L., 1996. - Age and growth, reproduction and feeding ecology of *Mullus surmuletus* L. 1758, red mullet, from the southwest coast of Portugal. Graduate thesis, 65 p. Faculty of Marine and Environmental Sciences, Univ. of the Algarve.

BERTALANFFY L.V. von, 1938. - A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.*, 10: 181-213.

BEVERTON R.J.H. & S.J. HOLT, 1957. - On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. Lond.*, 19: 1-533.

BOUGIS P., 1952. - Recherches biométriques sur les rougets (*M. barbatus* L., *M. surmuletus* L.). *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 89(2): 57-174.

DAGET J., 1980. - Dynamique des populations des poissons. *Pêch. Marit.*, 1228: 409-416.

DAGET J. & J.C. LE GUEN, 1975. - Les critères d'âge chez les poissons. *In*: Problèmes d'Écologie. La Démographie des Populations de Vertébrés (Lamotte M. & F. Bourlière, eds), pp. 253-289. Paris: Masson et Cie.

DÉNIEL C., 1984. - Relation entre l'activité reproductrice et la croissance chez les poissons plats de la baie de Douarnenez. *Cybium*, 8(1): 83-93.

DESBROSSES P., 1933. - Contribution à la connaissance de la biologie du rouget barbet en Atlantique nord (I). *Rev. Trav. Inst. (Sci. Tech.) Pêch. Marit.*, 6: 249-270.

DESBROSSES P., 1935a. - Contribution à la connaissance de la biologie du rouget barbet de l'Atlantique nord (II). *M. barbatus* (rond) (Fage). Mode septentrional Fage. *Rev. Trav. Off. Pêch. Marit.*, 8(3): 255-267.

DESBROSSES P., 1935b. - Contribution à la connaissance de la biologie du rouget barbet de l'Atlantique nord (III). *M. barbatus* (rond) (Fage). Mode septentrional Fage. *Rev. Trav. Off. Pêch. Marit.*, 8(4): 351-376.

DESBROSSES P., 1936. - Contribution à la connaissance de la biologie du rouget barbet de l'Atlantique nord (IV). *Rev. Trav. Inst. (Sci. Tech.) Pêch. Marit.*, 9: 329-399.

DURAND J.R., 1978. - Biologie et dynamique des populations d'*Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) du bassin tchadien. *Trav. Doc. ORSTOM*, 98: 1-322.

EGGER B., MEEKAN M., SALZBURGER W., MWAPE L., MAKASSA L., SHAPOTA R. & C. STUMBAUER, 2004. - Validation of the periodicity of increment formation in the otoliths of a cichlid fish from Lake Tanganyka, East Africa. *J. Fish Biol.*, 64: 1253-1269.

EVERSON I., RENDALL B. & A. MURRAY, 1999. - Relations entre les otolithes et la taille du poisson des glaces (*Champsocephalus gunnari*). *CCAMLR Sci.*, 6: 117-123.

ESTRADA M., 1996. - Primary production in the northwestern Mediterranean. *Sci. Mar.*, 60(suppl. 2): 55-64.

FAGE L., 1909. - Étude de la variation chez le rouget (*Mullus barbatus* et *Mullus surmuletus* L.). *Arch. Zool. Exp.*, 5e sér. I : 389-445.

GHARBI H. & M.H. KTARI, 1980. - Les rougets dans le golfe de Gabès. *Rapp. Doc. Inst. Natl. Sci. Océanogr. Pêch. Salammbô*, n° sp., 80: 13-16.

GHARBI H. & M.H. KTARI, 1981. - Croissance des rougets en Tunisie. *Bull. Inst. Natl. Sci. Océanogr. Pêch. Salammbô*, n° sp., 8: 5-40.

GOMPERTZ B., 1825. - On the nature of the function expressive of the law of human mortality and a new mode of determining the value of live contingencies. *Phil. Trans.*, 115: 513-585.

HASHEM M.T., 1973. - Some biological studies on the goat fish (*Mullus surmuletus* L.) in the Egyptian Mediterranean waters. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Cairo*, 3: 95-115.

KINACIGIL H., ILKYAZ A.T., AKYOL O., METIN G., CIRA E. & A. AYAZ, 2001. -Growth parameters of red mullet (*Mullus barbatus* L., 1758) and seasonal Cod-end selectivity of traditional bottom trawl nets in Izmir Bay (Aegean Sea). *Acta Adriat.*, 42(1): 113-123.

LLORET J. & J. LLEONART, 2002. - Recruitment dynamics of right fishery species in the north western Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 66(1): 77-82.

MAMURIS Z., STAMATIS C. & C. TRIANTAPHYLLIDIS, 1999. - Intraspecific genetic variation of striped red mullet (*Mullus surmuletus* L.) in the Mediterranean Sea assessed by allozyme and random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis. *Heredity*, 83(1): 30-38.

MAN-WAI R. & J.-P. QUIGNARD, 1984. - Les sars *Diplodus sargus* (Linné, 1758) du golfe du Lion : croissance et caractéristiques des débarquements aux criées de Sète et du Grau-du-Roi. *Rev. Trav. Inst. Pêch. Marit.*, 46(3): 173-194.

MENDES B., FOUSECA P. & A.CAMPOS, 2004. - Weight-length relationships for 46 fish species of the Portuguese west coast. *J. Appl. Ichthyol.*, 20(5): 355-361.

N'DA K., 1992. - Régime alimentaire du rouget de roche *Mullus surmuletus* (Mullidae) dans le nord du golfe de Gascogne. *Cybium*, 16(2): 159-167.

N'DA K. & C. DÉNIEL, 1993. - Sexual cycle and seasonal changes in the ovary of the red mullet *Mullus surmuletus* Linné, 1758, from the southern coast of Brittany. *J. Fish Biol.*, 43: 224-244.

N'DA K. & C. DENIEL, 2005. - Croissance des juvéniles du Rouget de roche (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758) dans le nord du golfe de Gascogne. *Cybium*, 29(2): 175-178.

PANFILI J., DURAND J.-D., MBOW A, GUINAND B., DIOP K., KANTOUSSAN J., DIAGA T., THIAW O.-T., ALBARET J.J. & R. LAE, 2004. - Influence of salinity on life history traits of the bonga shad *Ethmalosa finbriata* (Pisces, Clupeidae): Comparison between the Gambia and Saloum estuaries. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 270: 241-257.

PAULY D., 1980. - A new methodology for rapidly acquiring basic information on tropical fish stock: Growth, mortality and recruitment relationships. *In*: Stock Assessment for Tropical Small Scale Fisheries. Proc. Workshop held in Kingston (Roedel P.M. & S.B. Saila, eds), pp. 154-172. Univ. Rhode Island: International Center Maritime Resource Development.

RICKER W.E., 1980. - Calcul et interprétation des statistiques biologiques de poissons. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 191F: 1-409.

SCHOFIELD P.J., 2004. - Influence of salinity, competition and food supply of the growth of *Gobiosoma robustum* and *Microgobius gulosus* from Florida Bay. *J. Fish Biol.*, 64: 1272-1284.

SPARRE P., 1987. - Computer programs for fish stock assessment. Length based stock assessment (LFSA) for Apple II computers. *FAO Fish. Tech. Rep.*, (101) suppl. 2: 1-218.

STERGIOU K.I., CHRISTOU E.D., GEORGOPOULOS D., ZENETOS A. & C. SOUVERNEZOGLOU, 1997. - The Hellenic seas: Physics, chemistry, biology and fisheries. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 35: 415-538.

SUQUET M. & J. PERSON-LE RUYET, 2000. - Les rougets barbets (*Mullus* sp.) : biologie, pêche, marché et potentiel aquacole. Rapp. Int. IFREMER DRV/RA/RST/00.12, 41 p.

TEISSIER G., 1936. - La relation d'allométrie. Sa signification statistique et biologique. *Biometrics*, 4: 14-53.

WINBERG G.G., 1956. - Rate of the metabolism and food requirements of fishes. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 194: 1-202.

Reçu le 9 septembre 2004.
Accepté pour publication le 30 août 2005.